

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-343709

(43)Date of publication of application : 24.12.1993

(51)Int.Cl.

H01L 31/02  
G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01L 33/00

(21)Application number : 04-173807

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 08.06.1992

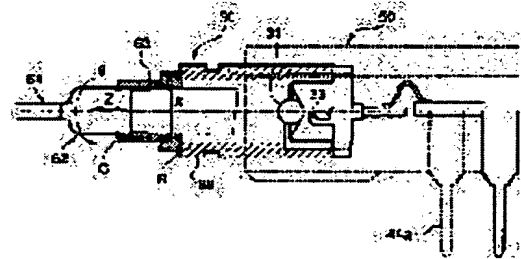
(72)Inventor : GO HISAO  
NISHIE MITSUAKI  
IMAMURA KEIICHI

## (54) MANUFACTURE OF PIGTAIL-TYPE OPTICAL MODULE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an effective manufacturing step for a pigtail-type optical module having given efficiency in optical coupling using a transfer molding method adequate for mass production.

CONSTITUTION: A subassembly 30 includes a holder part 38, in which an optical device 33 is stored, and a ferrule 62 can be inserted therein with sufficient tolerance in measurement. A manufacturing step for a pigtail-type optical module comprises a transfer molding step, in which the subassembly 30, an electronic circuit connected to the optical device 33, and a lead frame 44a are molded in a body, and an adjustment step, in which the ferrule 62 mounted on the top of an optical fiber is inserted in the holder part 38, and an efficiency in optical coupling between the optical fiber and the optical device is adjusted by moving the ferrule 62 in the subassembly 30. In this case, adjusting the efficiency in optical coupling can be carried out in three methods: the ferrule 62 is moved along an inserting axial line, i.e., in the Z-direction, the ferrule is moved in X-direction at right angles to the Z-direction, and the ferrule 62 is rotated in the subassembly 30.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2002-00959  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 17.01.2002  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] How to manufacture a pig tail type light module constituted by unifying an optical fiber and a light corpuscle child who are characterized by providing the following, and who were combined optically, and an electronic circuitry electrically combined to this light corpuscle child A subassembly which held a light corpuscle child, including the holder section which can receive a ferrule A process which carries out the transfermold of the electronic circuitry electrically combined with this light corpuscle child to one A process which adjusts optical coupling effectiveness of an optical fiber and this light corpuscle child who inserted a ferrule with which an edge of an optical fiber was equipped to this subassembly after this transfermold process, and were held at this ferrule

[Claim 2] A manufacture method of a pig tail type light module characterized by a medial axis of the flux of light which has combined optically said light corpuscle child and edge of said optical fiber having a predetermined angle to the penetration direction to said subassembly of said ferrule in a method indicated by claim 1.

[Claim 3] A manufacture method of a pig tail type light module that a bore of said holder section of said subassembly is characterized by including a process which is fully larger than an outer diameter of said ferrule, moves this ferrule to a right angle to the penetration direction of this ferrule within this subassembly, and adjusts said optical coupling effectiveness in a method indicated by claim 1 or claim 2.

[Claim 4] a manufacture method of a pig tail type light module characterize by include a process which adjust said optical coupling effectiveness by grind so that a head of an optical fiber inserted in said ferrule may incline to a right-angled field in a method indicated by any 1 term from claim 1 to claim 3 in an optical axis in this optical fiber point , and rotate this ferrule within this aforementioned subassembly .

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture method of an optical module. This invention relates to the new manufacture method of the pig tail type light module constituted by an electronic circuitry including the light corpuscle child who is light / electric sensing element, or the electrical and electric equipment/light-transforming element, and its light corpuscle child by unifying the optical fiber for introducing or deriving a lightwave signal more at details.

[0002]

[Description of the Prior Art] Pig tail type light modules are components which combine an electronic circuitry including the light corpuscle child who are a light emitting device and/or a photo detector, and the optical fiber which introduces or derives a lightwave signal to this light corpuscle child, are constituted by one, are mounted on a substrate with the electronic circuitry according to a use etc., and are used as an interface of a lightwave signal transmission line and an electronic circuitry.

[0003] Drawing 9 is drawing showing the conventional configuration and the conventional manufacture method of a pig tail type light module by the example of the optical transmitting module which makes a laser diode (LD) the light source.

[0004] As shown in this drawing, the conventional pig tail type light module is constituted by attaching the subassembly 13 which combined with one the circuit board 12 which mounted the integrated circuit 11, and optical fiber 13a and a light corpuscle child to a metal package 14, respectively, and considering as one.

[0005] Such an optical module of a configuration is manufactured at the following processes. First, subpackage 13d which held the light corpuscle child, and optical fiber 13a equipped with ferrule 13b are attached to sheath body 13c with a rib, and the subassembly 13 is produced. Next, the metal package 14 which held the circuit board 12 is equipped with the subassembly 13, and further, the subassembly 13 and the circuit board 12 are connected by soldering or bonding, finally a metal package 14 is closed with covering, and it completes as an optical module. In addition, at the time of the assembly of the subassembly 13, the optical coupling effectiveness of optical fiber 13a and a light corpuscle child carries out optical-axis doubling, and is adjusted.

[0006] By the way, in actual manufacture of the above optical modules, since the subassembly with which a light corpuscle child, an optical fiber, or the receptacle section was united is supplied, it is used. However, even when the subassembly of the same specification is used by dispersion, such as a light corpuscle child's luminescence power, and a size of the member currently used, in the optical coupling effectiveness of the optical module obtained eventually, dispersion arises impossibly. On the other hand, in the optical transmission system etc., specification is set to the maximum and minimum of I/O light power to the optical module to be used, respectively. Then, in the manufacture process of an optical module, after sorting out the subassembly, the optical module was assembled and every one actuation current etc. was further adjusted strictly in accordance with the property of the used subassembly. Therefore, productivity was low to the top where the yield of the subassembly which can be used is low,

and cheap-izing of the optical module shipped and fertilization were difficult.

[0007] Then, applying the transfermold method applied to the packaging of a production-model integrated circuit also to manufacture of an optical module is proposed. Drawing 10 is drawing showing the example of a configuration of the subassembly used when manufacturing an optical module with a transfermold method.

[0008] By the transfermold method, as shown in this drawing, after wiring beforehand the subassembly 22 containing the light sensing portion or light-emitting part 25 which consists of the receptacle section 21 which receives the optical connector with which the edge of an optical fiber was equipped and a light corpuscle child 23, and lens 24 grade, and the leadframe (un-illustrating) which carried the electronic circuitry, it fabricates to one with transfermold resin, and is manufactured. In addition, clearance of the garbage of a leadframe and plastic surgery of an outer lead are performed after a mold.

[0009] Metal mold which holds a member by the above transfermold methods in the process unified with resin It is necessary to heat to 150 – 200 \*\*. Therefore, it is mainly impossible from the heat-resistant point of an optical fiber to apply this method to manufacture of the pig tail type light module which even the optical fiber unified. Moreover, the manufacture method of equipping with an optical fiber after a transfermold process does not have a method of adjusting the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child, and the stable yield was not able to be obtained.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, this invention sets it as the object to offer the manufacture method of a new optical module that the pig tail type light module which solved the trouble of the above-mentioned conventional technology and fitted mass production and which is a transfermold method and has predetermined optical coupling effectiveness can be manufactured efficiently.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In a method of manufacturing a pig tail type light module constituted by unifying an electronic circuitry electrically combined to an optical fiber and a light corpuscle child who were combined optically, and this light corpuscle child when this invention was followed A subassembly which held a light corpuscle child, including the holder section which can receive a ferrule, A process which carries out the transfermold of the electronic circuitry electrically combined with this light corpuscle child to one, A ferrule with which an edge of an optical fiber was equipped is inserted to this subassembly after this transfermold process. And a manufacture method of a pig tail type light module characterized by including a process which adjusts optical coupling effectiveness of an optical fiber and this light corpuscle child who were held at this ferrule is offered.

[0012]

[Function] The manufacture method of the optical module concerning this invention includes the process equipped with an optical fiber after a transfermold process, and the main feature is in simple and the point of being considered so that it can adjust to accuracy, about the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child.

[0013] That is, even if it could not insert in metal mold, equipped with an optical fiber as mentioned above even if it was going to manufacture the pig tail type light module by the transfermold method and was going to equip with the optical fiber after the mold, the method of adjusting the optical coupling effectiveness of an optical fiber was not established.

[0014] On the other hand, according to the manufacture method concerning this invention, the leadframe which mounted the electronic circuitry is first united with the subassembly containing the acceptance section of a ferrule by transfermold. Next, a light corpuscle child and an optical fiber are optically combinable by equipping with a ferrule at the head of an optical fiber, and inserting this ferrule to the subassembly after a transfermold process. Here, according to this invention, in case a ferrule is inserted, the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child can be adjusted using the light corpuscle child itself.

[0015] That is, if one mode of this invention is followed, within the subassembly by which transfermold is carried out, it will shift from the optical axis of the optical system arranged

between the head of an optical fiber, and a light corpuscle child, and a light corpuscle child will be stationed. Since the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child will change with such arrangement according to the penetration depth of the ferrule inserted in a subassembly, it becomes possible to perform the coarse control of optical coupling effectiveness easily.

[0016] Moreover, if other modes of this invention are followed, in the above-mentioned manufacturing process, a parallel displacement can be carried out without changing the position of the ferrule which inserts a subassembly and a ferrule by connecting through the pars intermedia material of a suitable configuration, and the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child can be changed smoothly. Therefore, it becomes possible to perform the coarse control of optical coupling effectiveness easily.

[0017] Furthermore, in the above-mentioned manufacturing process, if the mode of further others of this invention is followed, the end face at the head of the optical fiber to insert will be ground so that it may incline to a right-angled field in the optical axis in an optical fiber point (head which is a ferrule actually). Thus, since the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child will change according to the angle of rotation when rotating a ferrule by processing it, it becomes possible to tune optical coupling effectiveness finely easily.

[0018] According to the method of above this inventions, a pig tail type light module can be manufactured by the transfermold method with which the manufacturing cost was low suitable for mass production, and the optical coupling effectiveness of the optical fiber in the optical module and a light corpuscle child can be adjusted with a precision often [ workability ] and sufficient. Therefore, the sorting criteria by the variation in the property of a subassembly can be eased, or adjustment of actuation current can be simplified or omitted, and it becomes possible to manufacture at a low price and promptly the pig tail type light module which suited predetermined specification, such as an optical transmission system. Moreover, by the method concerning this invention, since the adjustable range of optical coupling effectiveness is wide, it can respond widely to much specification, dispersion of the property of an element to be used.

[0019] Although an example is given and this invention is explained more concretely hereafter, it does not pass over the following disclosure in the one example of this invention, and it does not limit the technical range of this invention at all.

[0020]

[Example] The manufacturing process of the optical module which used the laser diode as a light corpuscle child is mentioned as an example, and the manufacture method of the optical module concerning this invention is explained concretely.

[0021] Drawing 1 is the cross section showing the example of a configuration of the subassembly 30 used in the manufacture method of the optical module concerning this invention.

[0022] As shown in this drawing, the subassembly 30 mainly consists of a disc-like stem 36 and a holder 38 of the shape of a cylinder which equipped the end with the stem 36. In order to give facilities to handling, slot 38a is formed in the peripheral face of a holder 38. Moreover, the ball lens 31, the cap 32 which supports it, a light emitting device 33 and the photo detector 34 for monitors, and submounting 35 for supporting them are mounted in the field inside a stem 36. On the other hand, the lead pin 37 for connecting a light emitting device 33 and the photo detector 34 for monitors, and an external electronic circuitry is formed in the outside of a stem 36.

[0023] Here, the ball lens 31 is being fixed to the cap 32 by binder 32a, such as low melting glass, and the cap 32 is welded to the stem 36 by resistance welding etc. Moreover, the light emitting device 33 and the photo detector 34 for monitors are being fixed by die bonding through the submounting 35. furthermore, a light emitting device 33 and the photo detector 34 for monitors, the lead pin 37, and stem 36 the very thing — a wire etc. — or it is combined electrically directly. Moreover, the holder 38 and the stem 36 are being mutually fixed by resistance welding, laser welding, adhesives, etc.

[0024] In the subassembly 30 constituted as mentioned above, although the ball lens 31 is constituted so that the center may be located on the center line of a holder 38, the light emitting device 33 is arranged in the location which swerved from the center line of a holder 38. Therefore, the focus F at the time of converging the light by which outgoing radiation was

carried out from the light emitting device 33 with the ball lens 31 is connected to the location shifted from the center line of a holder 38, as shown all over drawing. If it puts in another way, the center line of the flux of light converged on Focus F is making the angle the center line of a holder 38, and predetermined. Specifically, the distance between the location of the light emitting device 33 as the point light source and the center line of a holder 38 is 50–100. It is mm grade.

[0025] In addition, although the ball lens was used as optical system in the example shown in drawing 1, even if it uses an aspheric lens, a rod lens, etc., there is no functional change.

Moreover, the location of the center of the ball lens 31 as optical system may be shifted and arranged in this center line and the right-angled direction instead of arranging a light emitting device 33 on the center line of a holder 38.

[0026] Drawing 2 is drawing for explaining the process in early stages of the manufacture method of the optical module concerning this invention carried out using the subassembly 30 which has the structure shown in drawing 1.

[0027] As shown in this drawing, the ceramic substrate 43 which printed the conductor pattern and the resistor is first pasted up with conductive resin etc. on the flat leadframe 44. Then, an integrated circuit chip 41 and capacitive element 42 grade required since the optical module which has a desired function is constituted are mounted on the circuit board 43 by the die bonding by conductive resin or solder. Moreover, a leadframe 44 is equipped also with the subassembly 30 including a light corpuscle child and optical system. Then, the pad of the circuit board 43 and the lead pin of the subassembly 30 are connected with a leadframe 44 by the bonding wires 45, such as aluminum wire and Au wire. In addition, the property of an actuation circuit can also be adjusted by technique, such as laser trimming, at this process.

[0028] Next, the circuit board 43, the subassembly 30, and leadframe 44 which were unified as mentioned above are inserted in metal mold, thermosetting resin is poured in into this metal mold, and transfer formation is carried out. Then, the garbage of a leadframe 44 is removed and outer lead section 44a is operated further orthopedically suitably. The resin package 50 as shown in drawing 3 is obtained after the above processes. However, as shown all over this drawing, it is not equipped with the pig tail unit 60 which still contains an optical fiber 61 and a ferrule 62 at this event.

[0029] That is, as shown in drawing 3, an optical fiber 61 is in the condition equipped with the ferrule 62 at the head, and is further combined with the subassembly 30 through a sleeve 63.

Drawing 4 is the cross section showing further the integrated state of an optical fiber 61 and a ferrule 62, and the subassembly 30 in details.

[0030] As shown in this drawing, the bore of the holder section 38 of the subassembly 30 is larger than the outer diameter of a ferrule 62, and sufficient gap remains among both. The sleeve 63 put in between between a ferrule 62 and the holder section 38 here is cylindrical as a whole, and the bore is almost equal to the outer diameter of a ferrule 62. Moreover, the flange is formed in the end of a sleeve 63 and the end face of the holder section 38 of the subassembly 30 is stuck mutually. Therefore, while being able to make a ferrule 62 insert in the interior of a sleeve 63 freely, it is constituted, without changing the position of a ferrule 62 by moving sleeve 63 the very thing so that a parallel displacement may be carried out.

[0031] A location can be adjusted by three kinds of methods of the method of moving forward or retreating a ferrule 62 in the direction Z of an optical axis of the optical fiber 61 with which self holds a ferrule 62 in the condition of having been equipped as shown in drawing 4, the method of carrying out a parallel displacement in the direction of an optical axis of an optical fiber 61, and the right-angled direction X using a sleeve 63, and the method of rotating only an angle theta centering on the optical axis of an optical fiber 61. In addition, alignment can realize optical coupling effectiveness of arbitration by carrying out making a ferrule insert in a sleeve and carrying out the monitor of the optical output. Moreover, the ferrule 62 and sleeve 63 after adjustment are fixable to the subassembly 30 using adhesives, laser welding, etc.

[0032] Drawing 5 is a graph which shows change of the optical integrated state of the optical fiber produced when changing the distance of the end face of an optical fiber 61, and the ball lens 31 by the method of moving forward or retreating a ferrule 62 to a Z direction among the above-mentioned adjustment methods. As shown in this drawing, according to conversion of the

location at the head of an optical fiber, optical coupling effectiveness changes with a peak of a position P-1. That is, if it extracts to the Z direction at \*\*\*\* once it inserts a ferrule deeply, an optical output will be increased gradually toward a peak, and if a peak is greeted in a position P-1, it will decrease henceforth.

[0033] Moreover, drawing 6 is a graph which shows change of the optical integrated state of the optical fiber 61 produced when changing the distance of the optical axis in the end face of an optical fiber 61, and the optical axis of the ball lens 31 by the method of making the parallel displacement of a sleeve 63 and the ferrule 62 carrying out in the direction of X to one among said adjustment methods. As shown in this drawing, according to conversion of the location of a sleeve and a ferrule, optical coupling effectiveness falls in this case in other locations with a peak of a position P-2.

[0034] Furthermore, drawing 7 (a) It is the graph which shows change of the integrated state of the optical fiber 61 produced when only an angle theta rotates a ferrule 62 among said adjustment methods. As shown in this drawing, optical coupling effectiveness changes with a peak of the predetermined revolution location P-3 by making one revolution according to the revolution of a ferrule into one period.

[0035] Here, it is drawing 7 (b). And (c) As for the end face at the head of the ferrule 62 with which the optical fiber 61 was equipped, it is advantageous to grind aslant so that it may not become the optical axis and right angle of an optical fiber 61 so that it may be shown. First of all, by the optical module for transmission which made the laser diode the light source, the end face of a ferrule is aslant ground in order to prevent that the oscillation condition of a laser diode becomes instability by the reflective return light from a ferrule end face. Also in this example, although this effect is acquired, by this example, other effects acquired by grinding a ferrule end face aslant use further.

[0036] Namely, as for the center of the flux of light of a bias, outgoing radiation light, or incident light, distribution of the outgoing radiation light in the end face of an optical fiber 61 or incident light comes to have a predetermined angle to the medial axis of an optical fiber by grinding the end face of a ferrule 62 aslant corresponding to the dip of an end face. Therefore, drawing 7 (b) And (c) When a ferrule 62 is rotated so that it may be shown, it is drawing 7 (a). The optical coupling effectiveness of an optical fiber to a light corpuscle child changes so that it may be shown.

[0037] Although there are three kinds of methods in order to adjust the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child in the manufacture method of following this invention as explained above, it is advantageous to a actual target to adjust so that the greatest optical coupling effectiveness may be first acquired by adjustment of a direction (the direction of X) vertical to an optical axis, then a suitable optical output may be obtained by adjustment of the direction of an optical axis (Z direction) etc. The reason is that it is hard to carry out precise adjustment since change of the optical output to the fixed movement magnitude of a ferrule is steep in the direction of X. Moreover, since the optical coupling effectiveness of an optical module changes a lot by slight conversion of the direction of X of a ferrule, in view of other viewpoints, when adjustment of the direction of X performs final adjustment of optical coupling effectiveness, the long term stability of optical coupling effectiveness tends to be inferior.

[0038] When a single mode optical fiber is used as an optical fiber, an optical module is specifically produced as a light corpuscle child using a laser diode and a ferrule is moved to a Z direction in the condition of having adjusted so that the maximum optical output might be obtained by adjustment of the direction of X, optical coupling effectiveness is from the greatest condition. The optical output decreased by 8dB to the movement magnitude of 500 micrometers. This means that an optical output can be adjusted in 8dB, if the optical module which has the adjustment cost of 500 micrometer if it puts in another way is produced.

[0039] Moreover, by the adjustment method of rotating a ferrule after grinding the end face of a ferrule aslant, the range which can be adjusted is decided by the amount of offset of the optical axis of the ball lens 31, and a light corpuscle child, and the angle of slanting polishing. The amount of offset is 50 micrometers, and when the angle of the end face made to incline by



polishing is 4 degrees, specifically, the change width of face of the optical output by the revolution of a ferrule is set to 3dB. In addition, when all adjustments are performed only by the adjustment method by migration of the ferrule of the above-mentioned Z direction, since the overall length of an optical module may become large too much, it is advantageous to also use the method by the revolution of a ferrule together.

[0040] According to the method concerning above this inventions, precise adjustment is also easy while migration or a revolution of a ferrule can adjust an optical output in the large range. Therefore, it is, and dispersion in the property of a light corpuscle child or a subassembly can be, and it cannot crawl on it, but it can be absorbed without adjustment of actuation current in the large range by adjustment at the time of optical module manufacture by kana adjustment. Therefore, while being able to simplify manufacture of an optical module, the tolerance of the property of the subassembly which can be used, and a light corpuscle child becomes large, and a manufacturing cost can be reduced as a whole.

[0041] Drawing 8 is drawing showing the appearance of the optical module completed through the above processes.

[0042] As shown in this drawing, after adjusting an optical output by the above methods, an optical module is completed by fixing a ferrule 61, a sleeve 63, and the subassembly 30 mutually. Laser welding etc. can perform these immobilization.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture method concerning this invention, it becomes possible to manufacture the pig tail type light module with which even the optical fiber was unified with a transfermold method.

[0044] Namely, in the manufacture method concerning this invention, it can equip with an optical fiber after a transfermold process, and the optical coupling effectiveness of an optical fiber and a light corpuscle child can be adjusted with sufficient workability. Therefore, breadth, productivity, and a manufacturing cost are remarkably improved for the tolerance to dispersion in the property of a light corpuscle child and a subassembly.

[0045] Since this invention enables it to mass-produce the pig tail type light module whose engine performance was cheap and was stable, development of an optical transmission system is promoted.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-343709

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 31/02				
G 0 2 B 6/42		7132-2K		
H 0 1 L 31/0232				
		7210-4M	H 0 1 L 31/ 02	B
		7210-4M		C

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-173807

(22)出願日 平成4年(1992)6月8日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 郷 久雄

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 西江 光昭

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 今村 圭一

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

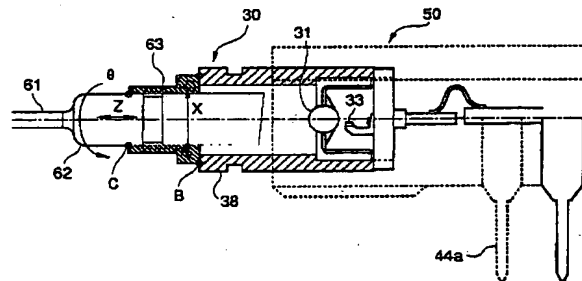
(74)代理人 弁理士 越場 隆

(54)【発明の名称】 ビッグテール型光モジュールの製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 量産に適したトランスファモールド方式で、所定の光結合効率を有するビッグテール型光モジュールを効率良く製造することができる新規な光モジュールの製造方法を提供する。

【構成】 光素子33を収容し、フェルール62を寸法的に充分な余裕をもって挿入することができるホルダ部38を有してサブアッセンブリ30と、該光素子33に接続された電子回路およびリードフレーム44aとをトランスファモールド樹脂により一体化する工程と、光ファイバ61の先端に装着されたフェルール62を、該サブアッセンブリ30のホルダ部38に挿入し、該サブアッセンブリ30内で該フェルール62を移動させて該光ファイバと該光素子との光結合効率を調整する工程とを含む。光結合効率の調整方法としては、フェルール62をその挿入方向であるZ方向に移動する方法と、該Z方向に直角なX方向に移動する方法と、該フェルール62を該サブアッセンブリ30内で回転させる方法とがある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに光学的に結合された光ファイバおよび光素子と、該光素子に対して電氣的に結合された電子回路とを一体化して構成されたビッグテール型光モジュールを製造する方法において、

フェルールを受容することができるホルダ部を含み且つ光素子を収容したサブアッセンブリと、該光素子に電氣的に結合された電子回路とを一体にトランスファモールドする工程と、

該トランスファモールド工程後の該サブアッセンブリに対して、光ファイバの端部に装着されたフェルールを挿入し、且つ、該フェルールに保持された光ファイバと該光素子との光結合効率を調整する工程とを含むことを特徴とするビッグテール型光モジュールの製造方法。

【請求項2】請求項1に記載された方法において、前記光素子と前記光ファイバの端部とを光学的に結合している光束の中心軸が、前記フェルールの前記サブアッセンブリへの進入方向に対して所定の角度を有することを特徴とするビッグテール型光モジュールの製造方法。

【請求項3】請求項1または請求項2に記載された方法において、前記サブアッセンブリの前記ホルダ部の内径が、前記フェルールの外径よりも充分に大きく、該フェルールを該サブアッセンブリ内で、該フェルールの進入方向に対して直角に動かして前記光結合効率を調整する工程を含むことを特徴とするビッグテール型光モジュールの製造方法。

【請求項4】請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載された方法において、前記フェルールに挿入された光ファイバの先端が、該光ファイバ先端部における光軸に直角な面に対して傾斜するように研磨しておき、該フェルールを該前記サブアッセンブリ内で回転させることにより前記光結合効率を調整する工程を含むことを特徴とするビッグテール型光モジュールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光モジュールの製造方法に関する。より詳細には、本発明は、光／電気変換素子または電気／光変換素子である光素子を含む電子回路とその光素子に光信号を導入あるいは導出するための光ファイバとを一体化して構成されたビッグテール型光モジュールの新規な製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ビッグテール型光モジュールは、発光素子および／または受光素子である光素子を含む電子回路と、この光素子に光信号を導入あるいは導出する光ファイバとを結合して一体に構成されており、用途に応じた電子回路等と共に基板上に実装されて、光信号伝送路と電子回路とのインターフェイスとして用いられる部品である。

【0003】図9は、従来のビッグテール型光モジュール

の構成と製造方法とを、レーザダイオード(LD)を光源とする光送信モジュールの例によって示す図である。

【0004】同図に示すように、従来のビッグテール型光モジュールは、集積回路11を実装した回路基板12と、光ファイバ13aと光素子とを一体に結合したサブアッセンブリ13とをメタルパッケージ14に対してそれぞれ組み付けて一体とすることにより構成されている。

【0005】このような構成の光モジュールは、以下のような工程で製造される。まず、光素子を収容したサブパッケージ13dとフェルール13bを装着した光ファイバ13aとをリブ付の鞘体13cに組み付けて、サブアッセンブリ13を作製する。次に、回路基板12を収容したメタルパッケージ14にサブアッセンブリ13を装着し、更に、サブアッセンブリ13と回路基板12とを半田付けあるいはボンディングにより接続し、最後にメタルパッケージ14をカバーによって封止して光モジュールとして完成する。尚、光ファイバ13aと光素子との光結合効率は、サブアッセンブリ13の組立て時に光軸合わせをして調整される。

【0006】ところで、上述のような光モジュールの実際の製造においては、光素子と光ファイバまたはレセプタクル部とが一体化されたサブアッセンブリが供給されているのでそれを使用する。但し、光素子の発光パワーや使用されている部材の寸法等のばらつきにより、同一規格のサブアッセンブリを使用した場合でも、最終的に得られる光モジュールの光結合効率には不可避にばらつきが生じる。一方、光通信システム等においては、それぞれ、使用する光モジュールに対して入出力光パワーの上限および下限に規格が定められている。そこで、光モジュールの製造過程においては、サブアッセンブリを選別した上で光モジュールを組み立て、さらに、使用したサブアッセンブリの特性にあわせて駆動電流等をひとつづつ厳密に調整していた。従って、使用できるサブアッセンブリの歩留りが低い上に生産性が低く、出荷される光モジュールの低廉化、量産化は困難であった。

【0007】そこで、量産型集積回路のパッケージングに適用されているトランスファモールド方式を光モジュールの製造にも適用することが提案されている。図10は、トランスファモールド方式により光モジュールを製造する場合に使用するサブアッセンブリの構成例を示す図である。

【0008】同図に示すように、トランスファモールド方式では、光ファイバの端部に装着された光コネクタを受容するレセプタクル部21および光素子23、レンズ24等からなる受光部または発光部25を含むサブアッセンブリ22と、電子回路を搭載したリードフレーム(不図示)とを予めワイヤリングした上で、トランスファモールド樹脂により一体に成形して製造される。尚、リードフレームの不要部分の除去とアウトリードの整形とはモールド

後に行われる。

【0009】上述のような、トランスファモールド方式では、樹脂により一体化する工程において部材を収容する金型を150～200℃に加熱する必要がある。従って、光ファイバまでも一体化したビッグテール型光モジュールの製造にこの方法を適用することは、主に光ファイバの耐熱性の点から不可能である。また、トランスファモールド工程後に光ファイバを装着する製造方法は、光ファイバと光素子との光結合効率を調整する方法がなく、安定した歩留りを得ることはできなかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、上記従来技術の問題点を解決し、量産に適したトランスファモールド方式で、所定の光結合効率を有するビッグテール型光モジュールを効率良く製造することができる新規な光モジュールの製造方法を提供することをその目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に従うと、互いに光学的に結合された光ファイバおよび光素子と、該光素子に対して電気的に結合された電子回路とを一体化して構成されたビッグテール型光モジュールを製造する方法において、フェルールを受容することができるホルダ部を含み且つ光素子を収容したサブアッセンブリと、該光素子に電気的に結合された電子回路とを一体にトランスファモールドする工程と、該トランスファモールド工程後の該サブアッセンブリに対して、光ファイバの端部に装着されたフェルールを挿入し、且つ、該フェルールに保持された光ファイバと該光素子との光結合効率を調整する工程とを含むことを特徴とするビッグテール型光モジュールの製造方法が提供される。

【0012】

【作用】本発明に係る光モジュールの製造方法は、光ファイバを装着する工程をトランスファモールド工程後に含み、且つ、光ファイバと光素子との光結合効率を簡便かつ正確に調整できるように配慮されている点にその主要な特徴がある。

【0013】即ち、前述のように、トランスファモールド方式でビッグテール型光モジュールを製造しようとしても、光ファイバを装着したまま金型に装入することはできず、また、モールド後に光ファイバを装着しようとしても、光ファイバの光結合効率を調整する方法が確立されていなかった。

【0014】これに対して、本発明に係る製造方法によれば、まず、電子回路を実装したリードフレームが、フェルールの受容部を含むサブアッセンブリと、トランスファモールドにより一体化される。次に、光ファイバの先端にフェルールを装着し、トランスファモールド工程後のサブアッセンブリに対してこのフェルールを挿入することにより、光素子と光ファイバとを光学的に結合す

ることができる。ここで、本発明によると、フェルールを挿入する際に、光素子自体を利用して、光ファイバと光素子との光結合効率を調節することができる。

【0015】即ち、本発明の一態様に従うと、トランスファモールドされるサブアッセンブリ内では、光ファイバの先端と光素子との間に配置される光学系の光軸からずらして光素子が配置される。このような配置により、サブアッセンブリに挿入するフェルールの進入深さに応じて光ファイバと光素子との光結合効率に変化することになるので、光結合効率の粗調整を容易に行うことが可能になる。

【0016】また、本発明の他の態様に従うと、上記製造工程において、サブアッセンブリとフェルールとを、適切な形状の中間部材を介して接続することにより、挿入するフェルールの姿勢を変化させることなく平行移動させて、光ファイバと光素子との光結合効率を円滑に変化させることができる。従って、光結合効率の粗調整を容易に行うことが可能になる。

【0017】更に、本発明の更に他の態様に従うと、上記製造工程において、挿入する光ファイバの先端の端面を（実際にはフェルールの先端と共に）、光ファイバ先端部における光軸に直角な面に対して傾斜するように研磨しておく。このように加工することにより、フェルールを回転させたときに、その回転角度に応じて光ファイバと光素子との光結合効率に変化することになるので、光結合効率の微調整を容易に行うことが可能になる。

【0018】以上のような本発明の方法によれば、製造コストが低く量産に適したトランスファモールド方式でビッグテール型光モジュールを製造することができ、且つ、その光モジュールにおける光ファイバと光素子との光結合効率を作業性良く且つ精度良く調整することができる。従って、サブアッセンブリの特性のバラツキによる選別基準を緩和したり、駆動電流の調整を簡素化あるいは省略することができ、光通信システム等の所定の規格に適合したビッグテール型光モジュールを廉価且つ迅速に製造することが可能になる。また、本発明に係る方法では光結合効率の調整範囲が広いので、多くの仕様や使用する素子の特性のばらつき等に対して広く対応できる。

【0019】以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、以下の開示は本発明の一実施例に過ぎず、本発明の技術的範囲を何ら限定するものではない。

【0020】

【実施例】レーザダイオードを光素子として使用した光モジュールの製造工程を例に挙げて、本発明に係る光モジュールの製造方法を具体的に説明する。

【0021】図1は、本発明に係る光モジュールの製造方法において使用されるサブアッセンブリ30の構成例を示す断面図である。

【0022】同図に示すように、サブアッセンブリ30

は、円盤状のステム36と、一端にステム36を装着した円筒状のホルダ38とから主に構成されている。ホルダ38の外周面には、取扱いの便宜を図るために溝38aが形成されている。また、ステム36の内側の面には、球レンズ31と、それを支持するキャップ32と、発光素子33およびモニタ用受光素子34と、それらを支持するためのサブマウント35とが実装されている。一方、ステム36の外側には、発光素子33およびモニタ用受光素子34と外部の電子回路とを接続するためのリードピン37が設けられている。

【0023】ここで、球レンズ31は低融点ガラス等の接着材32aによりキャップ32に固定されており、キャップ32は抵抗溶接等によりステム36に溶接されている。また、発光素子33およびモニタ用受光素子34は、サブマウント35を介してダイボンディングにより固定されている。更に、発光素子33およびモニタ用受光素子34とリードピン37およびステム36自体とは、ワイヤ等によってあるいは直接に電氣的に結合されている。また、ホルダ38とステム36とは、抵抗溶接、レーザ溶接、接着剤等により相互に固定されている。

【0024】以上のように構成されたサブアッセンブリ30において、球レンズ31は、ホルダ38の中心線上にその中心が位置するように構成されているが、発光素子33は、ホルダ38の中心線からそれた位置に配置されている。従って、発光素子33から出射された光が球レンズ31により収束される際の焦点Fは、図中に示すように、ホルダ38の中心線からはずれた位置に結ばれる。換言すれば、焦点Fに収束する光束の中心線は、ホルダ38の中心線と所定の角度をなしている。具体的には、点光源としての発光素子33の位置とホルダ38の中心線との間の距離は、50~100  $\mu\text{m}$ 程度である。

【0025】尚、図1に示した例では光学系として球レンズを使用したか、非球面レンズやロッドレンズ等用いても機能的な変化はない。また、発光素子33を、ホルダ38の中心線上に配置する代わりに、光学系としての球レンズ31の中心の位置をこの中心線と直角な方向にずらして配置してもよい。

【0026】図2は、図1に示した構造を有するサブアッセンブリ30を用いて実施される本発明に係る光モジュールの製造方法の初期の工程を説明するための図である。

【0027】同図に示すように、まず、導体パターンや抵抗体を印刷したセラミック基板43を、フラットなリードフレーム44上に導電性樹脂等で接着する。続いて、所望の機能を有する光モジュールを構成するために必要な集積回路チップ41や容量素子42等を、導電性樹脂あるいは半田等によるダイボンディングで回路基板43上に実装する。また、光素子および光学系を含むサブアッセンブリ30もリードフレーム44に装着する。続いて、回路基板43のパッドおよびサブアッセンブリ30のリードピンを、

Alワイヤ、Auワイヤ等のボンディングワイヤ45によりリードフレーム44と接続する。尚、この工程で、レーザトリミング等の手法により、駆動回路の特性の調整を行うこともできる。

05 【0028】次に、上述のようにして一体化した回路基板43、サブアッセンブリ30およびリードフレーム44を金型に装入し、この金型内に熱硬化性樹脂を注入してトランスファ形成する。続いて、リードフレーム44の不要部分を除去し、更に、アウトリード部44aを適宜整形する。10 以上のような工程の後、図3に示すような樹脂パッケージ50が得られる。但し、同図中に示すように、この時点では、まだ光ファイバ61およびフェルール62を含むビッグテールユニット60は装着されていない。

【0029】即ち、図3に示すように、光ファイバ6115 は、その先端にフェルール62を装着された状態で、更に、スリーブ63を介してサブアッセンブリ30に結合される。図4は、光ファイバ61およびフェルール62とサブアッセンブリ30との結合状態を更に詳細に示す断面図である。

20 【0030】同図に示すように、サブアッセンブリ30のホルダ部38の内径は、フェルール62の外径よりも大きくなっており、両者の間には充分な間隙が残っている。ここでフェルール62とホルダ部38との間に挿入されるスリーブ63は、全体として筒状であり、その内径がフェルール62の外径にほぼ等しい。また、スリーブ63の一端にはフランジ部が形成されており、サブアッセンブリ30のホルダ部38の端面とを互いに密着している。従って、スリーブ63の内部にフェルール62を自由に挿通させることができると共に、スリーブ63自体を移動させることにより25 フェルール62の姿勢を変化させることなく平行移動させるように構成されている。

【0031】図4に示すように装着された状態で、フェルール62は、自身の保持する光ファイバ61の光軸方向Zにフェルール62を前進または後退させる方法と、スリーブ63を利用して光ファイバ61の光軸方向と直角な方向Xに平行移動させる方法と、光ファイバ61の光軸を軸に角度 $\theta$ だけ回転させる方法との3通りの方法で位置を調整することができる。尚、位置合わせは、フェルールをスリーブに挿通させて、光出力をモニタしながら行うことにより、30 任意の光結合効率を実現することができる。また、調整後のフェルール62およびスリーブ63は、接着剤、レーザ溶接等を用いてサブアッセンブリ30に固定することができる。

【0032】図5は、上記調整方法のうち、フェルール62をZ方向に前進または後退させる方法により光ファイバ61の端面と球レンズ31との距離を変化させた場合に生じる光ファイバの光学的な結合状態の変化を示すグラフである。同図に示すように、所定の位置P-1をピークとして、光ファイバ先端の位置の変移に応じて光結合効率率は変化する。即ち、フェルールを一旦深く挿入してか45 50

らZ方向に除々に抜いていくと、光出力はピークに向かって漸増し、所定の位置P-1においてピークを迎えたと以後は減少する。

【0033】また、図6は、前記調整方法のうち、スリーブ63およびフェルール62を一体にX方向に平行移動させる方法により光ファイバ61の端面における光軸と、球レンズ31の光軸との距離を変化させた場合に生じる光ファイバ61の光学的な結合状態の変化を示すグラフである。同図に示すように、この場合は、所定の位置P-2をピークとして、他の位置ではスリーブおよびフェルールの位置の変移に応じて光結合効率が低下する。

【0034】更に、図7(a)は、前記調整方法のうち、フェルール62を角度 $\theta$ だけ回転させたときに生じる光ファイバ61の結合状態の変化を示すグラフである。同図に示すように、所定の回転位置P-3をピークとして、フェルールの回転に応じた1回転を1周期として光結合効率が変化する。

【0035】ここで、図7(b)および(c)に示すように、光ファイバ61に装着されたフェルール62の先端の端面は、光ファイバ61の光軸と直角にならないように斜めに研磨しておくことが有利である。そもそも、レーザダイオードを光源とした送信用の光モジュールでは、フェルール端面からの反射戻り光によってレーザダイオードの発振状態が不安定になることを防止する目的でフェルールの端面を斜めに研磨している。本実施例の場合もこの効果は得られるが、更に、本実施例では、フェルール端面を斜めに研磨することにより得られる他の効果も利用している。

【0036】即ち、フェルール62の端面を斜めに研磨することにより、光ファイバ61の端面における出射光または入射光の分布が端面の傾斜に対応して偏り、出射光または入射光の光束の中心は、光ファイバの中心軸に対して所定の角度をもつようになる。従って、図7(b)および(c)に示すようにフェルール62を回転させると、図7(a)に示すように、光素子に対する光ファイバの光結合効率が変化する。

【0037】以上説明したように、本発明に従う製造方法においては、光ファイバと光素子との光結合効率を調整するために3種類の方法があるが、実際的には、まず、光軸に垂直な方向(X方向)の調整により最大の光結合効率が得られるようにし、続いて、光軸方向(Z方向)の調整等により適切な光出力が得られるように調整することが有利である。その理由は、X方向では、フェルールの一定の移動量に対する光出力の変化が急峻なので精密な調整がし難いからである。また他の観点からみると、フェルールのX方向のわずかな変移で光モジュールの光結合効率が大きく変化するの、X方向の調整により光結合効率の最終的な調整を行った場合は、光結合効率の長期安定性が劣りがちである。

【0038】具体的には、光ファイバとしてシングルモ

ード光ファイバを使用し、光素子としてレーザダイオードを使用して光モジュールを作製した場合に、X方向の調整により最大光出力が得られるように調整した状態でZ方向にフェルールを移動させると、光結合効率が最大の状態から500 $\mu$ mの移動量に対して光出力が8dB減少した。このことは、換言すれば、500 $\mu$ mの調整代がある光モジュールを作製すれば、光出力を8dBの範囲で調整できることを意味する。

【0039】また、フェルールの端面を斜めに研磨した上でフェルールを回転させる調整方法では、調整可能な範囲は、球レンズ31の光軸と光素子とのオフセット量および斜め研磨の角度によって決まる。具体的には、オフセット量が50 $\mu$ mで、研磨により傾斜させた端面の角度が4°の場合、フェルールの回転による光出力の変化幅は3dBとなる。尚、前述のZ方向のフェルールの移動による調整方法のみで全ての調整を行った場合、光モジュールの全長が過度に大きくなる場合もあるのでフェルールの回転による方法も併用することが有利である。

【0040】上述のような本発明に係る方法によれば、フェルールの移動または回転により光出力を広い範囲で調整することができると共に、精密な調整も容易である。従って、光素子やサブアセンブリの特性のばらつきを、駆動電流の調整なしに、あるいはわずかな調整で、光モジュール製造時の調整で広い範囲で吸収することができる。従って、光モジュールの製造を簡素化できると共に、使用できるサブアセンブリおよび光素子の特性の許容範囲が広くなり、全体として製造コストを低減することができる。

【0041】図8は、上述のような工程を経て完成された光モジュールの外観を示す図である。

【0042】同図に示すように、前述のような方法で光出力を調整した後、フェルール61、スリーブ63およびサブアセンブリ30を相互に固定することにより光モジュールが完成する。これらの固定は、例えばレーザ溶接等により行うことができる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る製造方法によれば、光ファイバまでもが一体化されたビッグテール型光モジュールをトランスファモールド方式により製造することが可能になる。

【0044】即ち、本発明に係る製造方法においては、トランスファモールド工程後に光ファイバを装着し、且つ、光ファイバと光素子との光結合効率を作業性良く調整することができる。従って、光素子およびサブアセンブリの特性のばらつきに対する許容範囲が広がり、生産性ならびに製造コストが著しく改善される。

【0045】本発明により、廉価で性能の安定したビッグテール型光モジュールを量産することが可能になるので、光通信システムの発展が促進される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光モジュールの製造方法を実施する際に使用できるサブアセンブリの構成例を示す図である。

【図2】本発明に係る光モジュールの製造方法における初期の工程を説明するための図である。

【図3】本発明に係る光モジュールの製造方法におけるトランスファモールド工程直後の光モジュールの状態を示す図である。

【図4】本発明に係る光モジュールの製造方法における光ファイバおよびフェルールの装着方法を説明するための図である。

【図5】本発明に係る光モジュールの製造方法における、光ファイバと光素子との光結合効率のひとつの調整方法を説明するためのグラフである。

【図6】本発明に係る光モジュールの製造方法における、光ファイバと光素子との光結合効率の他の調整方法を説明するためのグラフである。

【図7】本発明に係る光モジュールの製造方法における、光ファイバと光素子との光結合効率の更に他の調整方法を説明するための図である。

【図8】本発明に係る光モジュールの製造方法に従って作製された光モジュールの外観を示す図である。

【図9】従来の光モジュールの構成と製造方法を説明す

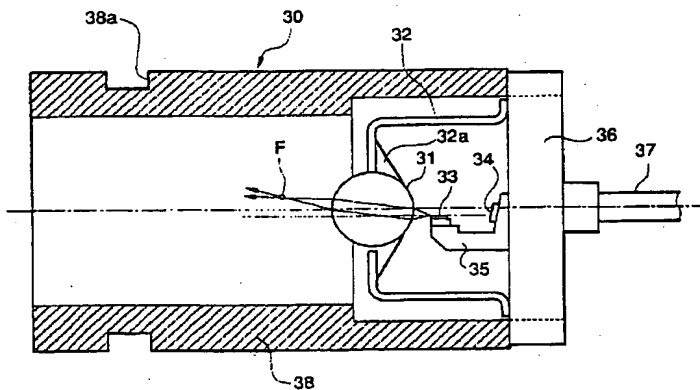
るための図である。

【図10】従来の光モジュールに製造方法において使用されていたサブアセンブリの典型的な構成を示す図である。

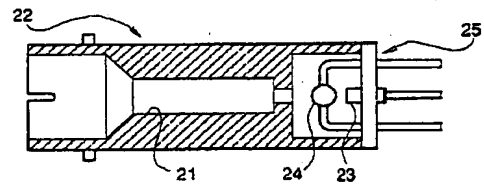
# 05 【符号の説明】

- |                     |                |
|---------------------|----------------|
| 11・・・集積回路、          | 12・・・回路基板、     |
| 13・・・サブアセンブリ、       | 13a・・・光ファイバ、   |
| 13b・・・フェルール、        | 13c・・・鞘体、      |
| 13d・・・サブパッケージ、      | 14・・・          |
| 10・・・金属パッケージ、       | 21・・・レセプタクル部、  |
| 22・・・サブアセンブリ、       | 23・・・光素子、      |
| 24・・・レンズ、           | 25・・・発光部、      |
| 30・・・サブアセンブリ、       | 31・・・球レンズ、     |
| 32・・・キャップ、          | 33・・・発光素子、     |
| 15プ、                | 34・・・モニタ用受光素子、 |
| 35・・・サブマウント、        | 36・・・ステム、      |
| 37・・・リードピン、         | 38・・・ホルダ、      |
| 41・・・集積回路チップ、       | 42・・・容量素子、     |
| 43・・・セラミック基板（回路基板）、 | 44・・・リードフレーム、  |
| 45・・・ボンディングワイヤ、     | 61・・・光ファイバ、    |
| 62・・・フェルール、         | 63・・・スリーブ      |

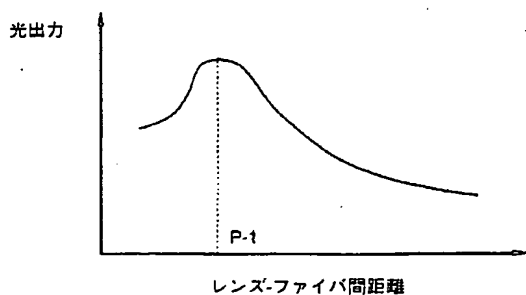
【図1】



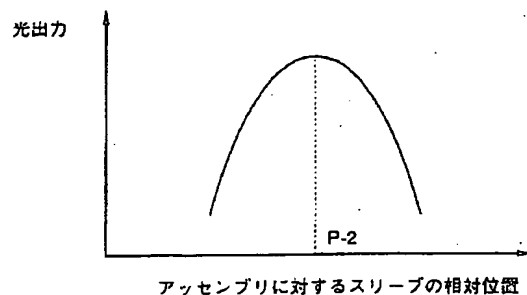
【図10】



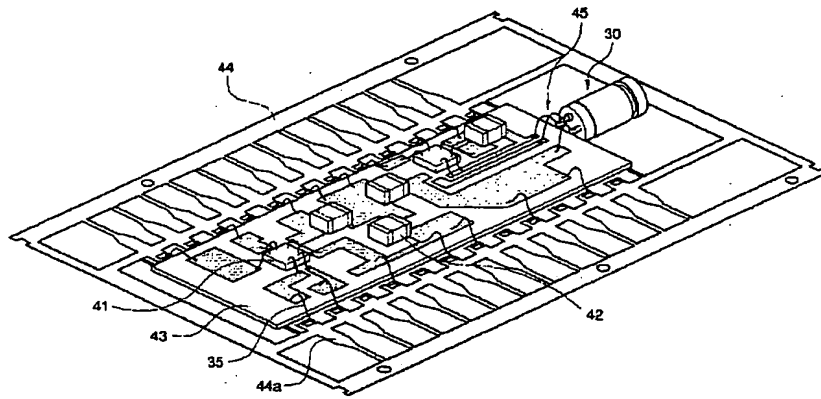
【図5】



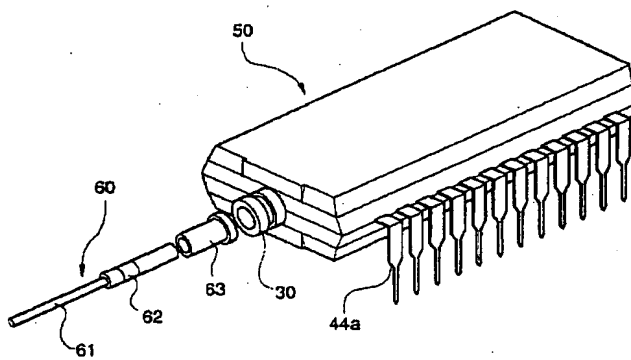
【図6】



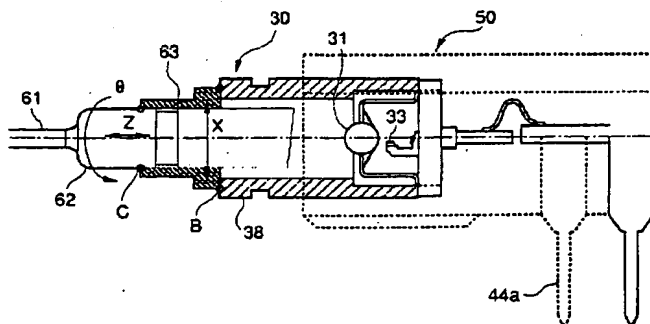
【図 2】



【図 3】

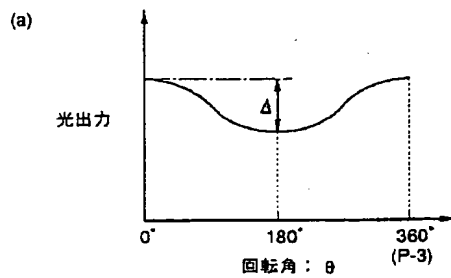


【図 4】

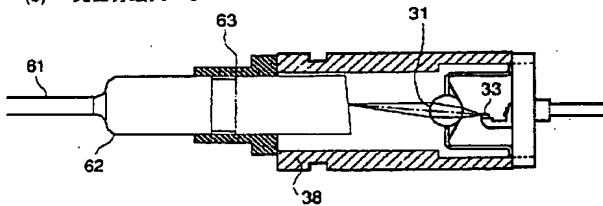




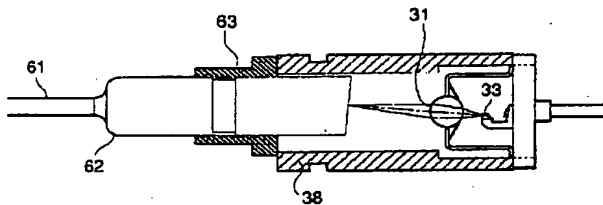
【図7】



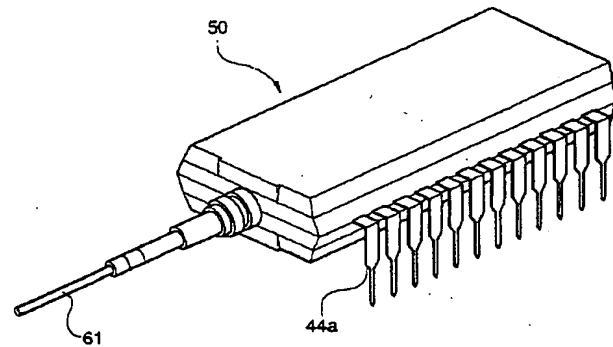
(b) 光出力最大 0°



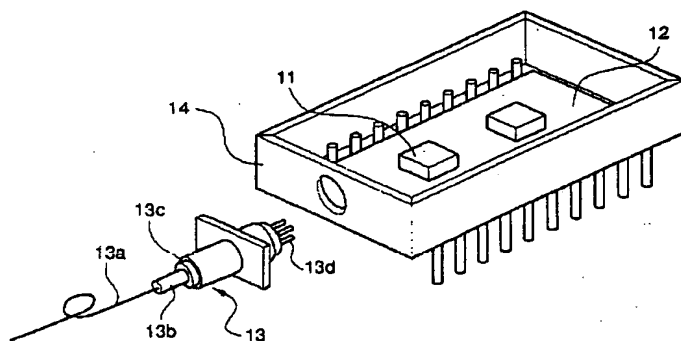
(c) 光出力最小 180°



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H01L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

N 8934-4M

M 8934-4M